

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-158301  
 (43)Date of publication of application : 01.07.1988

(51)Int.Cl. F15B 7/08  
 F02M 51/06  
 F16K 31/02  
 H02N 2/00

(21)Application number : 62-102444 (71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP  
 (22)Date of filing : 24.04.1987 (72)Inventor : TAKAHASHI TAKASHI

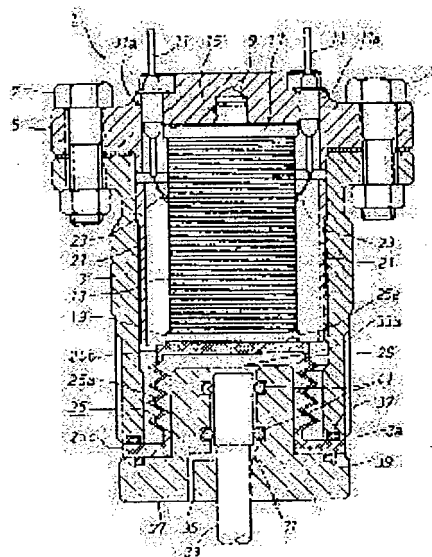
(30)Priority  
 Priority number : 61180349 Priority date : 31.07.1986 Priority country : JP

## (54) PIEZOELECTRIC ACTUATOR

### (57)Abstract:

PURPOSE: To prevent any destruction of a piezoelectric element and malfunction of an actuator by sealing a fluid between an elastic member and a movable member, and fixing the piezoelectric element to a part of the elastic member.

CONSTITUTION: The end face of bellows 25 is fixed to a plunger barrel 27, thereby a fluid is sealed in a chamber 29 formed by the bellows 25, the plunger barrel 27, and a plunger 33. The upper face 25a of the bellows 25 are fixed to a piezoelectric element 13 by which the bellows 25 can be driven. Therefore, if the piezoelectric element 13 is inclined, any eccentric stress is not applied on the piezoelectric element 13, thereby the destruction of the piezoelectric element 13 is prevented as the concentration of the stress does not occur therein. In addition, even if the direction of the pressure to be added to the chamber 29 is changed, the force is applied on the plunger 33 always in the direction of the movement thereof so that any malfunction of an actuator can be prevented.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]  
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]  
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
 [Date of final disposal for application]  
 [Patent number]  
 [Date of registration]  
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of extinction of right]

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭63-158301

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和63年(1988)7月1日

F 15 B 7/08

7504-3H

F 02 M 51/06

N-8311-3G

F 16 K 31/02

A-6808-3H

H 02 N 2/00

B-8325-5H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全10頁)

⑮ 発明の名称 圧電アクチュエータ

⑯ 特 願 昭62-102444

⑰ 出 願 昭62(1987)4月24日

優先権主張 ⑱ 昭61(1986)7月31日 ⑲ 日本(JP) ⑳ 特願 昭61-180349

㉑ 発 明 者 高 橋 岳 志 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
㉒ 出 願 人 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地  
㉓ 代 理 人 弁理士 足 立 勉

## 明 細 書

## 1 発明の名称

圧電アクチュエータ

## 2 特許請求の範囲

圧電素子を備え、該圧電素子の伸縮に応じて移動部材を移動させる圧電アクチュエータにおいて、上記圧電素子と移動部材との間に、

上記圧電素子の伸縮に応じて弾性変形する弾性部材を室壁の少なくとも一部に有し、内部に流体を密封した圧力室を備えたことを特徴とする圧電アクチュエータ。

## 3 発明の詳細な説明

## 発明の目的

〔産業上の利用分野〕

本発明は、圧電アクチュエータに関し、詳しくは圧電素子の伸縮に応じて、例えば弁体等の移動部材を移動させる圧電アクチュエータに関する。

〔従来の技術〕

近年、圧電素子は、その伸長作用の高い応答性に着目し、アクチュエータとして、高速応答性が

要求される分野で広く用いられている。こうした分野の一例としては、内燃機関の高速回転に応じて応答性良く燃料噴射を行なう燃料噴射装置を挙げることができ、燃料噴射弁に圧電素子を応用した提案が既になされている。この種の燃料噴射装置として、例えば特開昭48-4823号公報に示すようなものがあり、以下、第8図に基づいて説明する。

燃料噴射装置Aでは、電荷の充電・放電を行なう事により伸縮する圧電素子A1が液圧シリンダA2内でピストンA3を上下方向に駆動する。ピストンA3が下方に動かされると、ピストンA3の下方にある制御油A4が加圧されプランジャ上方部材A5を下降せしめる。こうしてプランジャ上方部材A5は、プランジャ下方部材A6に当接しこれを压下しノズルA7を開弁して、燃料を流出している。ピストンA3の下方には、圧電素子A1に初期荷重を与え圧電素子A1の動作の安定を図る皿ばねA8が設けられている。

〔発明が解決しようとする問題点〕

しかしながら、上記従来技術は以下に示す問題を有し、猶一層の改善が望まれていた。

(1) 圧電素子A1は、ケーシングA9で外側を覆われているが、周囲との十分な絶縁性及び冷却性を保つためケーシングA9との間を所定の間隙を開けて設置される。このために、組立の際に圧電素子A1をケーシングA9に対して正確に位置決めするのが難しく、圧電素子A1がケーシングA9内で傾斜した状態で設置されることがある。この状態で圧電素子A1を駆動すると、ピストンA3によって圧電素子A1に偏った応力がかかり、圧電素子A1に亀裂等を発生させ破損を起こす問題が生じた。また、圧電素子A1は、圧電単体を複数枚積層した構成であるため、圧電素子A1の全長に微小な誤差が生じ、ピストンA3と当接する側の端面が圧電素子A1の伸縮方向と必ずしも垂直にならなかった。このため、上記問題と同様に、駆動時に圧電素子A1に偏った応力がかかり圧電素子A1が破損する問題もあった。

(2) また、上記のように圧電素子A1が傾斜

して設置されたり圧電素子A1自身に傾きがあった場合には、ピストンA3にも斜め方向の押圧力が加わるため、ピストンA3に摺動不良が生じ、その摺動部が偏磨耗を起こし、時にはピストンA3を停止させる問題が生じた。

(3) 更に、ピストンA3とシリンダA2との間には隙間が存在するため、ピストンA3下方に貯えられた制御油A4が圧電素子A1側に漏れ出し圧電素子A1の押圧力を十分にプランジャ側に伝達しない問題を有していた。

本発明は、上記問題点に鑑みてなされたもので、圧電素子の破損及びアクチュエータとしての動作不良を防止すると共に、動作油の圧電素子側への漏洩を防止した圧電アクチュエータを提供することを目的としている。

#### 発明の構成

〔問題点を解決するための手段〕

かかる目的を達成すべく、本発明は問題点を解決するための手段として次の構成をとった。即ち、本発明は、

圧電素子を備え、該圧電素子の伸縮に応じて移動部材を移動させる圧電アクチュエータにおいて、上記圧電素子と移動部材との間に、

上記圧電素子の伸縮に応じて弾性変形する弾性部材を空室の少なくとも一部に有し、内部に流体を密封した圧力室を備えたことを特徴とする圧電アクチュエータを要旨としている。

ここで、圧電素子とは、電圧を加えることにより力学的な歪みを発生する性質を有した結晶体であればどのようなものでもよく、例えばPZTを積層してなるセラミックス等の圧電セラミックス、ポリマー系圧電材料、水晶等がそうである。

弾性部材とは、自己復元する程度の弾性力を有するものであればどのようなものでもよく、例えばベローズあるいはダイヤフラム、ゴム材等がそうである。なお、物性としては弾性を有さなくてもその部材が復元するように構成されていれば、本発明でいう弾性部材に該当する。

圧力室に密封される流体とは、圧力を受けてもなるべく容積の変化しないものであればどのよう

なものでもよく、液体をはじめ様々なるものが該当する。

〔作用〕

以上のように構成された圧電アクチュエータにあっては、例えば、圧電素子が傾いて取り付けられたり、圧電素子自身の外形に傾きがあった場合に、圧電素子の下がった側の伸縮性部材が縮むと共に圧電素子の上がった側の伸縮性部材が伸びる。このため、少なくとも圧電素子の伸長時には、圧力室の圧電素子側端面が圧電素子の端面と一様な面圧で当接する。従って圧電素子に偏った応力が加わらず圧電素子に応力集中を生じさせることがない。

また、内部に流体を密封した圧力室によって、圧電素子の変位あるいは発生圧力を、大きな変位あるいは発生圧力に増幅して移動部材に伝えることができるが、圧力室は、その加えられる圧力の方向が変わったとしても、移動部材に加わる圧力の方向を常にその移動方向とすることができ、移動部材の正常な移動が確保される。

更に、圧電素子の押圧力は、従来例に示したピストンA3のような摺動部を備えた移動部材により伝えられるものではなく、流体を密封した圧力室により伝えられるため、流体が圧電素子側に漏れ出すことがない。

#### 〔実施例〕

以下、本発明の実施例を図面と共に説明する。

第1図は本発明の第1実施例としての圧電アクチュエータの断面図である。

同図に示すように、圧電アクチュエータ1はアクチュエータハウジング3とアウトカバー5とから外形が形成されている。アウトカバー5は、ねじ部材7によりアクチュエータハウジング3に固定され、その内側上面の中心部には孔9が穿設されている。さらにアウトカバー5には、図示しない駆動回路から電圧が印加される2本の電極11がハーメチックシール11aを介して嵌挿されている。

アクチュエータハウジング3の内部には、圧電素子13が設けられている。圧電素子13は、P

ZTを積層して構成されたもので、図における上下方向に伸縮し、その上端には円筒状の突部15を有した円盤状の絶縁部材17が、またその下端には円盤状の絶縁部材19が備えられている。そうして上記突部15を上記アウトカバー5の孔9に嵌合させることにより圧電素子13が固定され、アクチュエータハウジング3の内壁と一定の間隙をおくよう位置決めされる。さらに圧電アクチュエータ1の破損の際に圧電素子13が漏電することのないよう、アクチュエータハウジング3の内壁にはフッ素樹脂製の絶縁性被膜21が被覆されている。なお圧電素子13は、導線23により電極11と接続され、電圧が印加される。

絶縁部材19の圧電素子13と反対方向にはベローズ25が設けられている。ベローズ25は、円筒形状でその周面が蛇腹部25aにて形成されており、その上面25bは絶縁部材19と面接触しており、またその端部25cはアクチュエータハウジング3の端部3aに位置するようなされている。なおベローズ25はステンレス鋼を溶接ま

た成形加工にて一体にて構成してある。そしてブランジャバレル27は、上記ベローズ25の端部25cを挟持し、ベローズ25とで囲む圧力室29を形成する。ブランジャバレル27は、圧力室29のデッドボリュームを低減するよう、凸形状となり、その内部にはガイド部31が形成され、ガイド部31によって運動方向が規制されるブランジャ33が組み込まれている。なお圧力室29には燃料、即ち制御油が密封されており、該制御油中に気泡が混入しないようブランジャバレル27に設けられたエア抜き孔35を用いて組み立て時に空気を排除するようになっている。またアクチュエータハウジング3とベローズ25との接触部分、ベローズ25とブランジャバレル27との接触部分、及びブランジャバレル27とブランジャ33との接触部分には、各々をシールするゴム製でリング状のシール部材37、39、41が配設されている。

次に上記圧電アクチュエータ1の動作を説明する。電極11に電圧が印加されると、圧電素子1

3が伸長し、絶縁部材19を介してベローズ25の上面25bを押圧し、ベローズ25の蛇腹部を圧縮する。この時、圧力室29に密封された制御油の一部がガイド部31側に流出し、ブランジャ33を圧電素子13と反対方向に押圧、移動する。一方、圧電素子13が短縮するとベローズ25が自己の復元力等により蛇腹部25aを伸ばす。この時ガイド部31にある制御油の全部もしくは一部が圧力室29側に流出し、ブランジャ33を圧電素子13側に引っ張り、移動する。

次に、本第1実施例の圧電アクチュエータ1を好適に使用したディーゼル機関の燃料噴射弁について第2図の断面図にて説明する。

第2図に示すように燃料噴射弁50は、本圧電アクチュエータ1、圧電アクチュエータ1と燃料流入口52とを組み付けた燃料噴射弁本体54、この燃料噴射弁本体54にノズルホルダ56によりスパーサ58を介して固定されるノズル60等を備えている。

燃料噴射弁本体54、スパーサ58、ノズル6

0内には互いに直列に配置された制御ロッド62、加圧ピン64及びニードル66が摺動可能に挿入される。制御ロッド62の上方には燃料室68が形成され、この燃料室68には図示しない燃料ポンプにより加圧された燃料が燃料流入口52を介して供給される。従って燃料室68内の燃料圧が制御ロッド62の上面に作用する。ニードル66は円錐状をなす受圧面70を有し、この受圧面70の周りにニードル加圧室72が形成される。ニードル加圧室72は一方では燃料通路74を介して燃料室68に連結され、他方ではニードル66の周りに形成された環状の燃料通路76を介して、ノズル60の先端に形成されたノズル孔78に連結される。また燃料噴射弁本体54内に加圧ピン64を下方に向けて付勢する付勢ばね80が挿入され、ニードル66はこの付勢ばね80によっても下方に押圧される。制御ロッド62はその中間部に円錐状をなす受圧面82を有し、この受圧面82の周りに制御ロッド加圧室84が形成される。制御ロッド加圧室84はシリンダ形状をし、この

る。

一方、圧電アクチュエータ1への電圧の印加が停止せしめられると圧電素子13は縮み、その結果制御ロッド加圧室84内の制御油圧が低下するために制御ロッド62およびニードル66が下降して燃料噴射が停止せしめられる。

以上詳述してきた本第1実施例の圧電アクチュエータ1は、一部壁面がベローズ25にて形成され内部に制御油を密封した圧力室29が、絶縁部材19を介して圧電素子13と面接触するようになされ、圧電素子の変位を圧力室29で増幅してプランジャ33に伝えるよう構成されている。このため、ベローズ25から圧電素子に加えられる荷重は常に圧電素子13の伸縮軸方向に作用し、例えば圧電素子13が傾斜して取り付けられたり、圧電素子13自身の外形に傾きがあった場合にも、圧電素子13に偏った応力が加わることなく、圧電素子13を破損させるようなことがない。またプランジャ33の上部端面33aには常に垂直方向の一樣な力が加えられるため、プランジャ33

制御ロッド加圧室84内には圧電アクチュエータ1のプランジャ33が摺動可能に挿入される。

制御ロッド加圧室84内の燃料、即ち制御油が加圧されていない場合にはニードル66には制御ロッド62の上面に作用する下向きの力と、付勢ばね80による下向きの力と、ニードル66の受圧面70に作用する上向きの力が加わる。このとき下向きの力の総和が上向きの力よりも若干大きくなるように制御ロッド62の径、付勢ばね80のばね力およびニードル66の受圧面70の面積が設定されている。従って通常ニードル66には下向きの力が作用しており、斯くして通常ニードル66はノズル孔78を閉鎖している。

次いで圧電アクチュエータ1に電圧が印加されると圧電素子13が伸びるためにプランジャ33が左方に移動し、その結果制御ロッド加圧室84内の制御油圧が上昇する。このとき制御ロッド62の受圧面82に上向きの力が作用するために制御ロッド62が上昇し、斯くしてニードル66が上昇するためにノズル孔78から燃料が噴射され

がガイド部31で摺動不良を生じることなく、プランジャ33の摺動動作の安定を図ることができる。更に圧力室29はベローズ25、プランジャバレル27、及びシール部材39、41でほぼ完全な密封状態となされているため、圧電素子駆動時の圧力室29の制御油リーク及びプランジャ33の駆動ロスを防止することができる。

また本実施例にあっては、ベローズ25の復元力で圧電素子13に一定荷重を加えるようになされており、従来例のように皿バネ等の特別の与荷重手段を用いることなしに圧電素子13の作動安定を図ることができ、部品点数を減少させることができる。更に、従来例の場合、圧電素子に密着させるべきピストンが圧電素子の駆動速度に追従できず圧電素子に衝撃を与えることがあったが、実施例の場合、ベローズ25の質量が小さいために往復運動部全体の質量を低減することができ、この結果、往復運動部が圧電素子13の駆動速度に充分追従でき、圧電素子13に不必要な衝撃を与えるようなこともない。

なお、本実施例の圧電アクチュエータ1を用いたディーゼル機関の燃料噴射弁50は、上記圧電アクチュエータ1の多くの利点から、優れた信頼性を得ることができる。

次に本発明の第2実施例を説明する。

第3図は本発明の第2実施例としての圧電アクチュエータの断面図である。同図において、上述した第1図に示す第1実施例と同じ部品については同一符号を付して詳細な説明を省略する。

本実施例の圧電アクチュエータ86は、第1実施例のプランジャバレル27及びその内蔵部品に代わり、スリーブ環88及び第2のベローズ90を嵌入し第2のベローズ90でロッド91を摺動させるものであり、他の構成は全く同じものである。第2のベローズ90は、ベローズ25と同様に円筒形状でその周面が蛇腹部90aにて形成されており、その上部内面90bがロッド91と当接している。なお第2のベローズ90の径はベローズ25の径より小さく、またそのばね定数はベローズ25のばね定数より小さいものである。圧

91が圧電素子13側に移動する。

以上の如く構成された本実施例の圧電アクチュエータ86は、第1実施例と同一な効果を有している。更に、本実施例は、圧力室92のロッド側もベローズとして構成されているために、より一層圧力室92の密封性が高い。また第2のベローズ90がベローズ25に内蔵されるよう構成されているため、デッドボリュームを最少限に低減でき、圧電素子13の駆動時に圧力室92の昇圧力が高く、ロッド91への押圧力を大きくとることができる。また第2のベローズ90のばね定数がベローズ25のばね定数より小さくしてあるため、ベローズ25の動きを第2のベローズ90へ応答遅れなく伝える効果がある。なお、上記実施例のようにベローズ25、スリーブ環88、及び第2のベローズ90を別体とするのではなく、溶接等の手段によって一体に形成したものであってもよく、より一層圧力室92の密封性を高めることができる。

次に本発明の第3実施例を説明する。第4図は

力室92は、ベローズ25、スリーブ環88及び第2のベローズ90により形成され、制御油が密封されている。

スリーブ環88は、エア抜き孔94を有しシール部材96とシール部材96を締付けるためのボルト98とが一体的に構成されている。上記エア抜き孔94は、圧力室92に制御油を封入する際に気泡を抜くために用いられる。締付け部材99は、アクチュエータハウジング3にベローズ25、スリーブ環88、及び第2のベローズ90を締付け固定するものである。

上記圧電アクチュエータ86は、圧電素子13を伸長し、絶縁部材19を介してベローズ25の上面25bを押圧し、ベローズ25の蛇腹部25aを圧縮する。この時、第2のベローズ90の蛇腹部も圧縮し第2のベローズ90の上部内面90bがロッド91を押圧する。一方、圧電素子13が短縮すると、ベローズ25及び第2のベローズ90のそれぞれの蛇腹部25a、90aが伸び、図示しないスプリング等の復元力を受けてロッド

本発明の第3実施例としての圧電アクチュエータの断面図である。本実施例の圧電アクチュエータ101の第1実施例との相違点は、アクチュエータハウジング103、アウタカバー105、プランジャバレル107の形状とベローズ25の代わりにダイヤフラム109が用いられたことにあり、これらの相違点を中心に説明をする。

即ち、第4図に示すように、アウタカバー105はナット111によりアクチュエータハウジング103に固定され、しかもアウタカバー105には、2本の電極113が嵌挿されると共に圧電素子115がアクチュエータハウジング103の内壁と一定の間隙をおいて固設されている。圧電素子115のプランジャバレル107側には絶縁部材117が固着されており、この絶縁部材117に形成された凹部117aに円板119が嵌合している。第5図の平面図に示すように、円板119の周囲には円形のダイヤフラム109が固着されている。ダイヤフラム109は、第6図の部分側面図に示すように2枚のステンレス鋼の薄平

板109a, 109bを同心波状に成形したもので、しかも第5図に示すように径線状に2つのピン穴109c, 109dを備えている。再び第4図に戻り、このダイヤフラム109は、1組の円環状のリテーナリング121, 123により挟まれた状態で、両リテーナリング121, 123に形成された2箇所の貫通孔とピン穴109c, 109dとをボルト125, 127で夫々貫通して締め付けることにより上記プランジャバレル107に固定される。プランジャバレル107にはガイド部129が形成され、ガイド部129によって運動方向が規制されるプランジャ131が組み込まれている。なおダイヤフラム109, リテーナリング123およびプランジャバレル107により囲まれた部分には、制御油が密封されており、圧力室133を形成している。

次に上記圧電アクチュエータ101の動作を説明する。電極113に電圧が印加されると、圧電素子115が伸長しダイヤフラム109を押圧する。この時、圧力室133に密封された制御油が

プランジャ131を圧電素子115と反対側に押圧、移動する。一方、圧電素子115が短縮するとダイヤフラム109が自己の復元力等により復元し、プランジャ131を圧電素子側に引っ張り、移動する。

こうして構成された第3実施例の圧電アクチュエータ101では、ダイヤフラム109から圧電素子115に加えられる荷重は常に圧電素子115の伸縮軸方向に作用し、第1実施例と同様に、圧電素子115に偏った応力を加えることなく圧電素子115を破損させることがない。また第1実施例と同様にプランジャ131の摺動動作の安定を図ることができ、しかも圧力室133の制御油リークを防止することもできる。

更に、本実施例ではダイヤフラム109が複数枚積層して構成されているため、ダイヤフラム109自身のバネ定数を低く抑えることができ、圧電アクチュエータの動作の安定を図ることができる。また、ダイヤフラム109を複数枚積層した構成とすると、圧電アクチュエータ101の駆動

時に各積層板が互いにずれて、各積層板間に隙間が発生し圧電素子115の変位を十分に圧力室133に伝達しない問題が生じるが、本実施例のようにダイヤフラム109にピン穴109c, 109dを設けてボルト締めすることによりこの問題を解決することができる。

次に本発明の第4実施例を説明する。

第7図は本発明の第4実施例としての圧電アクチュエータの断面図である。同図において、上述した第1図に示す第1実施例と同じ部品については同一符号を付して詳細な説明を省略する。

本実施例の圧電アクチュエータ151の第1実施例との相違点は、アクチュエータハウジング3の形状及び圧電素子13により押圧される圧力室の構成にある。

即ち、第7図に示すように、アクチュエータハウジング3の図下部分には肉厚を大きくしたシリンダ部分153が形成されており、このシリンダ部分153にペローズ155が内蔵されている。ペローズ155は筒状容器部157と拡開部15

9とより構成され、ステンレス鋼で一体成形されたものである。筒状容器部157は、円筒形状をし、その周面に蛇腹部157aを備えると共に一端157bが底板157cにより閉塞されている。また拡開部159は、筒状容器部157の他端157dから拡開されたもので、円環状隆起部159aと円環状陥没部159bとを備えている。

上記のペローズ155は、円環状陥没部159bの外底側をシリンダ部分153の上面153aで係止することにより、円環状隆起部159aを圧電素子13の下側の絶縁部材19に当接し、絶縁部材19を押圧している。また円環状陥没部29bにはシール性を向上させるリング161が装着され、上記絶縁部材19とリング161とが当接している。

こうして構成された圧力室163には燃料、即ち制御油が密封されている。また下絶縁部材19の下面にはピストン部材165が固着されており、圧力室163のデットボリュームを低減するようになされている。

次に上記圧電アクチュエータ1の動作を説明する。電極11に電圧が印加されると、圧電素子13が伸長し、下絶縁部材19を介してペローズ155の円環状隆起部159aを押圧する。この時、リング161も同時に押圧され、円環状隆起部159aと共に押しつぶされる。そうすると拡開部159で囲まれた部分の容積が小さくなり、その小さくなった容積の制御油が拡開部159から筒状容器部157に圧送され、蛇腹部157aが伸びる。この結果、底板157cは図下方向に移動する。一方、電極11からの電圧印加を停止すると、圧電素子13が短縮する。そうするとペローズ155の復元力および底板157cに加えられる図示しないバネ材等からの復元力により、蛇腹部157aが縮み拡開部159で囲まれた部分の面積が大きくなり、円環状隆起部159aとリング161とが弾性復元する。即ち、底板161が圧電アクチュエータ1の駆動部分にあたり、圧電素子13の伸縮に応じて底板161cが駆動される。

なお、上記第4実施例は、本発明でいう弾性部材としてペローズ155とリング161とを用いるよう構成されていたが、例えばリングだけで上記弾性部材を構成するようにしてもよい。

以上、本発明の実施例を詳述してきたが、本発明は、上記実施例に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々なる態様となり得る。

#### 発明の効果

以上詳述してきた本発明の圧電アクチュエータは、圧電素子の伸縮に応じて弾性変形する弾性部材を室壁の少なくとも一部に有し、内部に流体を密封した圧力室を、圧電素子と移動部材との間に備えるようになっている。このために圧電素子が傾斜して取り付けられたり、圧電素子自身の外形に傾きがあっても圧電素子を破損させるようなことがなく、また移動部材の摺動動作の安定を図ることができる。更に、従来のピストンを用いた場合に比べて遥かに圧力室の密封性を高めることができ、圧力室の流体漏れを防ぎ移動部材の駆動口

こうして構成された本実施例の圧電アクチュエータ151では、ペローズ155とリング161とから圧電素子115に加えられる荷重が常に圧電素子13の伸縮軸方向に作用し、上記各実施例と同様に、圧電素子13に偏った応力を加えることがなく、圧電素子13の破損を防止することができる。また、圧電素子13の変位を圧力室163を介して圧力室163の底板157cに伝達するようになっているため、底板157cに加わる圧力の方向は常に一方向となり、例えば底板157cに弁体を当接させて摺動させようとしても、上記各実施例と同様にその摺動部に動作不良が発生することがない。

更に、本実施例では、圧力室163を形成するペローズ155の拡開部159を、上部から押圧する絶縁部材19で封止するよう構成されており、従来例のように摺動部分にて封止するものではない。このため摺動部分による隙間が全くなく、圧力室163の密封性が遥かに高いという本実施例特有の効果を有する。

スを防止することができる。

#### 4 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第1実施例としての圧電アクチュエータの断面図、第2図は上記圧電アクチュエータを好適に使用したディーゼル機関の燃料噴射弁の断面図、第3図は本発明の第2実施例としての圧電アクチュエータの断面図、第4図は本発明の第3実施例としての圧電アクチュエータの断面図、第5図はこの第3実施例の圧電アクチュエータに用いられるダイヤフラムの平面図、第6図はこのダイヤフラムの部分側面図、第7図は本発明の第4実施例としての圧電アクチュエータの断面図、第8図は従来の圧電アクチュエータの断面図、である。

1、86、101、151

…圧電アクチュエータ

3、103…アクチュエータハウジング

5、105…アウトカバー

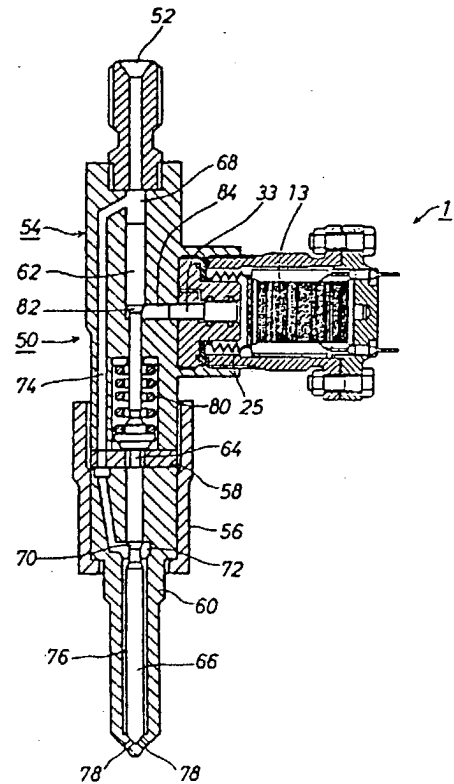
13、115…圧電素子



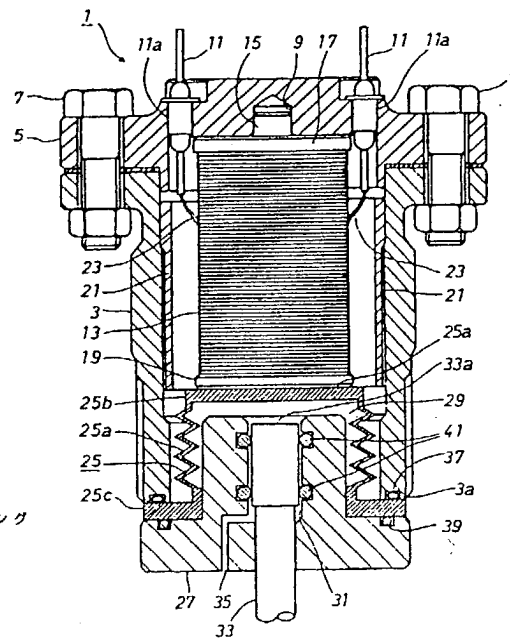
第2図

- 25, 155...ベローズ  
29, 92, 133, 163...圧力室  
33, 91, 131...プランジャ (ロッド)  
90...第2のベローズ  
109...ダイヤフラム  
161...Oリング

代理人 弁理士 足立 勉

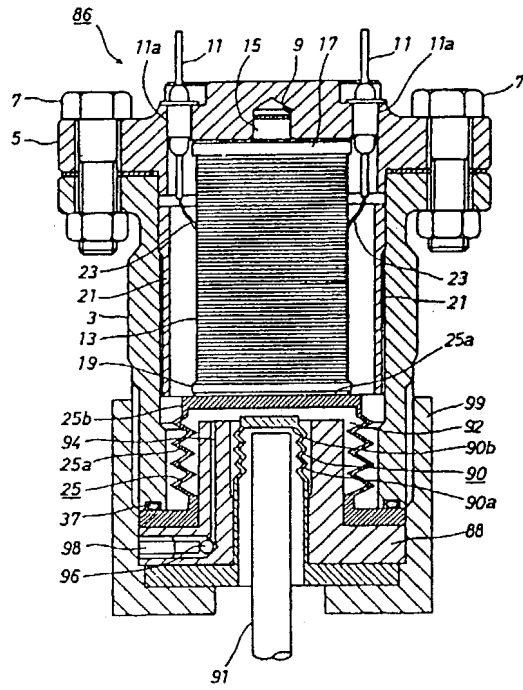


第1図



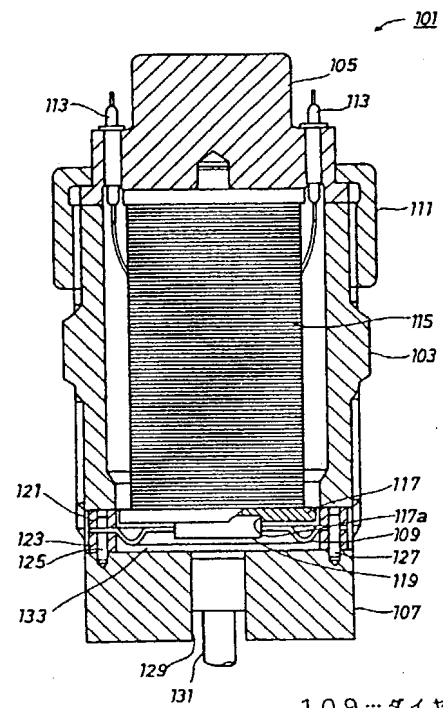
- 1...圧電アクチュエータ  
3...アクチュエータハウジング  
5...アウタカバー  
13...圧電素子  
25...ベローズ  
29...圧力室  
33...プランジャ

第 3 図



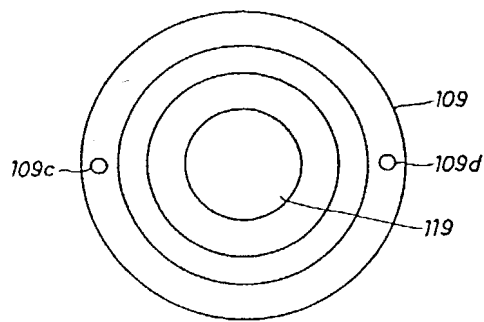
90...第2のベローズ

第 4 図

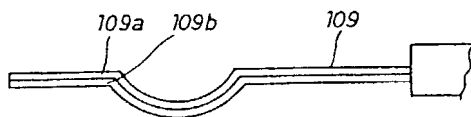


109...ダイヤフラム

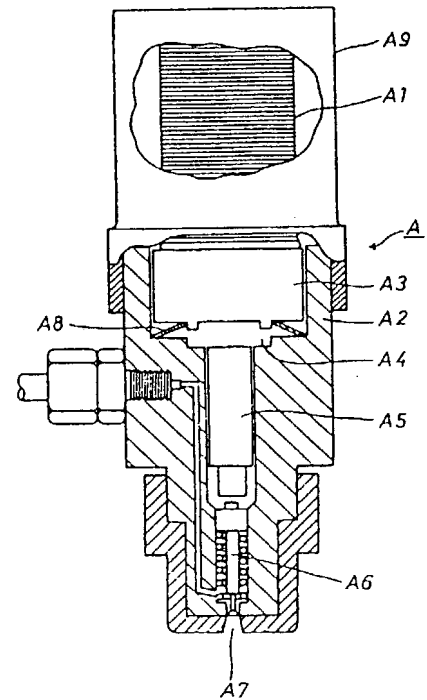
第 5 図



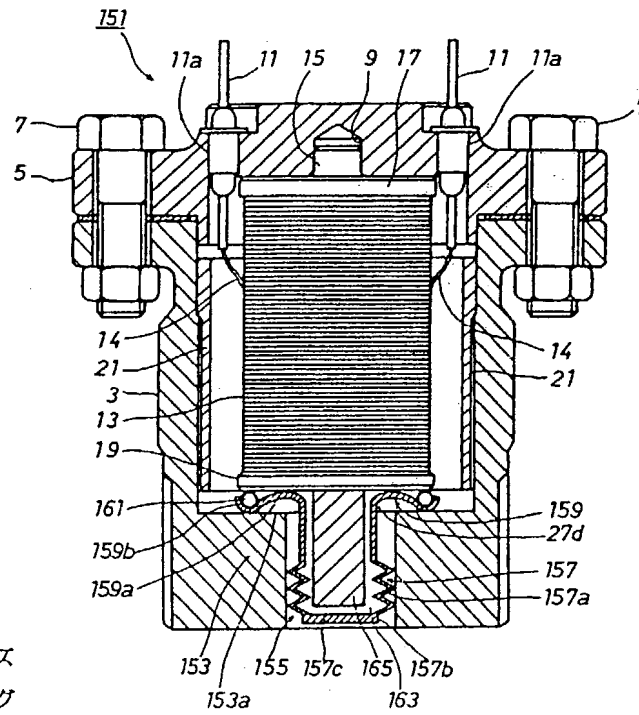
第 6 図



第 8 図



第7図



155…ベローズ  
161…Oリング